

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-334637

(43)Date of publication of application : 05.12.2000

(51)Int.Cl.

B23Q 15/22
B23K 26/02

(21)Application number : 11-144358

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 25.05.1999

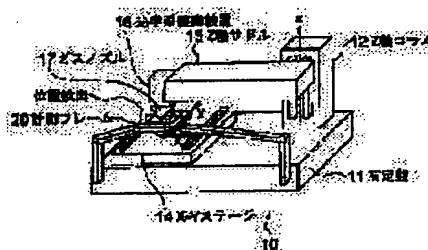
(72)Inventor : SUGIMINE MASANOBU
MORI HIDEHIKO
TOMITA YOSHIYUKI

(54) POSITION CONTROL DEVICE FOR WORKING HEAD IN WORKING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform a position control for a working head with high accuracy by providing a measuring frame to be a reference for a position measurement around the working head, detecting a relative position change for the working head for the measuring frame by a position sensor and performing the position control by a feedback.

SOLUTION: A laser working device 10 is constituted of an X-Y stage 14 making a stone surface plate 10 as a base plate, a Z-axis column 12, a Z-axis saddle 15 on which a laser oscillator is mounted, an optical system driving device 16 mounted on the Z-axis saddle 15, a gas nozzle 17 and a measuring frame 20. Moving amount of an X-axis direction and a Y-axis direction of the X-Y stage 14 is detected by a position sensor and is feedbacked to a control device of the X-Y stage 14. This main laser working device 10 measures motion of the gas nozzle 17 by a work reference and constitutes the reference by using the measuring frame 20. As a result position control can be performed for a working head in the working device 10 with high accuracy, and working accuracy and throughput can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-334637
(P2000-334637A)

(43) 公開日 平成12年12月5日 (2000.12.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 2 3 Q 15/22		B 2 3 Q 15/22	3 C 0 0 1
B 2 3 K 26/02		B 2 3 K 26/02	A 4 E 0 6 8

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-144358

(22) 出願日 平成11年5月25日 (1999.5.25)

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社
東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 杉峰 正信

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重
機械工業株式会社平塚事業所内

(72) 発明者 森 英彦

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重
機械工業株式会社平塚事業所内

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外1名)

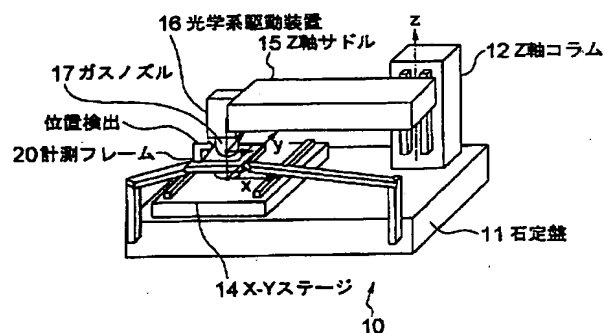
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置

(57) 【要約】

【課題】 加工用ヘッドを高精度で位置制御するのに適した加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置を提供すること。

【解決手段】 石定盤11上であってガスノズル17の周囲にその位置計測の基準となる計測フレーム20を設け、この計測フレームに対するガスノズルの相対位置変化をX-Yリニアエンコーダで検出してフィードバックによる位置制御を行うようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 石定盤に設けられたアームの先端に、ワークに対して加工を行うための加工用ヘッドを X 軸方向及び Y 軸方向に駆動する駆動装置を搭載し、前記加工用ヘッドの位置を位置センサで検出して検出された信号を前記駆動装置にフィードバックすることにより前記加工用ヘッドの位置制御を行うようにした加工装置において、前記石定盤上であって前記加工用ヘッドの周囲に位置計測の基準となる計測フレームを設け、該計測フレームに対する前記加工用ヘッドの相対位置変化を前記位置センサで検出してフィードバックによる位置制御を行うようにしたことを特徴とする加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の位置制御装置において、前記加工用ヘッドはレーザ光を前記ワークに照射して加工を行うものであり、前記ワークは、該ワークを前記 X 軸方向及び前記 Y 軸方向に移動させるために前記石定盤に設けられた X-Y ステージに搭載されていることを特徴とする加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の位置制御装置において、前記アームはレーザ発振器を内蔵し、前記石定盤に立設されて該アームを Z 軸方向に駆動するための Z 軸コラムに装着されていることを特徴とする加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置。

【請求項 4】 請求項 2 記載の位置制御装置において、前記加工用ヘッドは高速かつ小ストロークで駆動されるものであり、前記 X-Y ステージは、前記加工用ヘッドのストロークに比べて大きなストロークで駆動するものであることを特徴とする加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の位置制御装置において、前記センサとして X-Y リニアエンコーダを用い、前記加工用ヘッドに該 X-Y リニアエンコーダのセンサヘッド部もしくはスケール部が設けられ、前記計測フレームに該 X-Y リニアエンコーダのスケール部もしくはセンサヘッド部が設けられることを特徴とする加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置に関し、特にレーザ加工装置におけるレーザ照射部を加工用ヘッドとして位置制御するのに適した位置制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 レーザ加工業界では近年の加工形状の微細化により加工精度の向上と単位時間の加工能力（スループット）の向上が求められている。

【0003】 図 5 を参照して、本発明者らにより提案されているレーザ加工装置について説明する。このレーザ

加工装置 10 は、石定盤 11 に Z 軸コラム 12 が立設されると共に、ワーク 13 を搭載するための X-Y ステージ 14 が設けられている。X-Y ステージ 14 は、ワーク 13 を X 軸方向、Y 軸方向に移動させるためのものである。一方、Z 軸コラム 12 は、レーザ発振器が内蔵されている Z 軸サドル 15 を上下方向、すなわち Z 軸方向に駆動するためのものである。Z 軸サドル 15 の先端部には光学系駆動装置 16 が装着されている。光学系駆動装置 16 は、そこに搭載されるガスノズル（加工用ヘッド）17 を X 軸方向、Y 軸方向に駆動するためのものである。ガスノズル 17 の位置制御を行うために、光学系駆動装置 16 内にガスノズル 17 の位置を検出するための位置センサ（リニアエンコーダ）が設置され、Z 軸サドル 15 の先端を基準に計測された計測値が位置制御に用いられている。

【0004】 このレーザ加工装置 10 は、通常、ガスノズル 17 は高速かつ小ストロークで駆動されるものであり、X-Y ステージ 14 は、ガスノズル 17 のストロークに比べて大きなストロークでワーク 13 を移動させるものである。そして、加工中においては、Z 軸サドル 15 は固定であり、ガスノズル 17 が X 軸方向、Y 軸方向に駆動される。すなわち、Z 軸サドル 15 はワーク 13 の交換、その他においてガスノズル 17 を退避位置に置くために移動される。

【0005】 なお、光学系駆動装置 16 は、内蔵したボイスコイル型のリニアモータ駆動による X-Y ステージによりガスノズル 17 を駆動するものであり、具体的な構造は、特願平 10-245275 号に示されているので、ここでは詳しい説明は省略する。

【0006】 ここで、一般工作機械の刃物に対応するレーザ光の焦点は、集光用のレンズが収められたガスノズル 17 の運動に応じてワーク 13 上を走査される。一方、X-Y ステージ 14 の可動部は石定盤 11 を基準として位置が計測され、この計測値を使用して位置制御が行われる。

【0007】 本レーザ加工装置 10 の加工精度は、レーザ光に起因する誤差を除いたとき、X-Y ステージ 14 とガスノズル 17 間の相対運動が支配的である。また、本レーザ加工装置 10 においては、ガスノズル 17 を X-Y ステージ 14 の上面に位置させるために、Z 軸サドル 15 が片持ち支持式のオーバハング構造となっており、光学系駆動装置 16 及びガスノズル 17 を支持する Z 軸サドル 15 の剛性は高くない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 このような片持ち支持構造において、Z 軸サドル 15 の先端を基準としてガスノズル 17 の位置を検出してフィードバック制御を行うと、前述した相対運動に光学系駆動装置 16 の反力で Z 軸サドル 15 には Z 軸方向の構造変形が運動誤差として生じる。すなわち、図 3 に示す力学モデル（図 3 は、本

発明における力学モデルであるが、説明を理解し易くするために引用する)とそのブロック線図である図6において、本来、X-Yステージ14とガスノズル17の相對運動は $X_1(s)$ であるが、上記の提案装置では $X_1(s)$ をフィードバックしているため、 $X_2(s)$ の変位(Z軸構造の力学特性)が誤差として含まれている。その結果、光学系駆動装置16によりガスノズル17を高い加減速度で運動させた場合、その反力 $F(s)$ による誤差 $X_2(s)$ は反力 $F(s)$ に比例して大きくなるため、許容誤差の範囲で運動できる加速度に限界がある。特に、スループットを向上させるためには、ガスノズル17が高い加速度運動を行い、加減速時間を押さえることが必要条件となる。

【0009】しかし、上記提案のレーザ加工装置では加速度をあげていった場合、加工誤差が大きくなり、スループットの向上は望めない。

【0010】そこで、本発明の課題は、加工用ヘッドを高精度で位置制御するのに適した加工装置における加工用ヘッドの位置制御装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、本発明者らに提案されている上記の光学系駆動装置(特願平10-245275)を搭載したレーザ加工装置に適した位置制御装置であり、加工用ヘッドを高速・高精度で位置制御するのに適している。すなわち、レーザ光を用いてワークに対する任意形状の切断や穴あけ等の加工を行うことを目的とするレーザ加工装置に適している。

【0012】具体的には、石定盤に設けられたアームの先端に、ワークに対して加工を行うための加工用ヘッドをX軸方向及びY軸方向に駆動する駆動装置を搭載し、前記加工用ヘッドの位置を位置センサで検出して検出された信号を前記駆動装置にフィードバックすることにより前記加工用ヘッドの位置制御を行うようにした加工装置であり、前記石定盤上であって前記加工用ヘッドの周囲に位置計測の基準となる計測フレームを設け、該計測フレームに対する前記加工用ヘッドの相對位置変化を前記位置センサで検出してフィードバックによる位置制御を行うようにしたことを特徴とする。

【0013】特に、レーザ加工装置の場合、前記加工用ヘッドはレーザ光を前記ワークに照射して加工を行うものであり、前記ワークは、該ワークを前記X軸方向及び前記Y軸方向に移動させるために前記石定盤に設けられたX-Yステージに搭載される。

【0014】また、前記アームはレーザ発振器を内蔵し、前記石定盤に立設されて該アームをZ軸方向に駆動するためのZ軸コラムに装着されている。

【0015】更に、前記加工用ヘッドは高速かつ小ストロークで駆動されるものであり、前記X-Yステージは、前記加工用ヘッドのストロークに比べて大きなストロークで駆動するものである。

【0016】前記センサとしてはX-Yリニアエンコーダを用い、前記加工用ヘッドに該X-Yリニアエンコーダのセンサヘッド部もしくはスケール部が設けられ、前記計測フレームに該X-Yリニアエンコーダのスケール部もしくはセンサヘッド部が設けられる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1～図4を参照して、本発明によるレーザ加工装置の実施の形態について説明する。なお、図5と同じ部分には同じ番号を付している。本レーザ加工装置10は、石定盤10をベースプレートとしたX-Yステージ14及びZ軸コラム12、レーザ発振器を搭載したZ軸サドル15、Z軸サドル15の先端に取り付けられた光学系駆動装置16、ガスノズル17、計測フレーム20から構成される。

【0018】ワーク13の位置管理はX-Yステージ14のフィードバック用位置センサ(図示せず)で行われ、その基準は石定盤11にある。すなわち、X-Yステージ14におけるX軸方向、Y軸方向の移動量がそれぞれ、石定盤11を基準として位置センサで検出され、X-Yステージ14の制御装置にフィードバックされる。加えて、本レーザ加工装置10ではX-Yステージ14、すなわちワーク13と、ガスノズル17、すなわちレーザ光との間の相對運動を精密に行うため、レーザ光の運動、即ちガスノズル17の運動をワーク基準で計測するようにしている。そして、X-Yステージ14の可動範囲の確保などのスペース上の制約から、図1に示すX-Y平面内に高い剛性をもつ計測フレーム20を用いてその基準を構成した点に特徴を有する。

【0019】すなわち、図2に示されるように、計測フレーム20は、ガスノズル17のX軸方向、Y軸方向の移動を妨げないようにガスノズル17の可動範囲の周囲に位置する略矩形形状のフレーム20-1と、このフレーム20-1を高い剛性を持って支持している支持フレーム20-2、20-3、20-4とを有する。支持フレーム20-2～20-4はそれぞれ、石定盤11に固定されている。ガスノズル17の位置検出は、X-Y平面の直交する2軸を同時計測できるX-Yリニアエンコーダによって行われる。例えば、ガスノズル17にはX-Yリニアエンコーダの一部となるスケールが設けられ、フレーム20-1にはセンサヘッドが設けられる。このようなX-Yリニアエンコーダは周知であるので詳しい説明は省略する。

【0020】図3は、上記の構造を単純な力学モデルに置き換えたもので、ここではX軸方向のみのモデルについて示している。図4は、図3のブロック線図である。計測フレーム20を基準として計測されたガスノズル17の位置変位は図3に示した力学モデルにおける $X_1(s)$ にあたる。この $X_1(s)$ を用いて光学系駆動装置16は位置のフィードバック制御を行う。

【0021】図3において、Z軸サドル15を含む支持

部全体の慣性負荷を m_2 とする。また、Z 軸コラム 12 などの支持部構造の剛性を k とする。光学系駆動装置 16 における可動部、すなわちガスノズル 17 を駆動するために内蔵されている X-Y ステージは、粘性抵抗が微少なクロスローラガイドにより Z 軸サドル 15 に対して、案内される。また、前に述べたように、光学系駆動装置 16 における X-Y ステージの駆動源としてはボイスコイル型のリニアモータを用いるが、ドライブアンプの電流補償により、可動部の運動に伴う渦電流に起因す

$$m_1 \cdot d^2 x_1 = f \quad (1)$$

$$m_2 \cdot d^2 x_2 = -f - k \cdot x_2 \quad (2)$$

$$x' = x_1 - x_2 \quad (3)$$

但し、 $d^2 x_1$ 、 $d^2 x_2$ はそれぞれ、加速度である。

【0023】式 (1) ~ 式 (3) をラプラス変換する。

$$m_1 \cdot s^2 \cdot X_1(s) = F(s) \quad (1')$$

$$m_2 \cdot s^2 \cdot X_2(s) = -F(s) - k \cdot X_2(s) \quad (2')$$

$$X'(s) = X_1(s) - X_2(s) \quad (3')$$

これらの結果が図 3 のブロック線図に示されている。図 3 の $P_{com}(s)$ はガスノズル 17 の位置指令を示し、 $G_c(s)$ は制御補償器を示す。

【0025】図 4 において、図 5 に示した提案装置では $X'(s)$ を計測し、その値をフィードバックしていたため、制御目標となる $X_1(s)$ に $X_2(s)$ を除いた変位量しかフィードバックされない。そのため、ガスノズル 17 先端の軌跡精度には、加減速時の反力に比例した $X_2(s)$ の変位がそのまま運動誤差となって残る。

【0026】これに対し、本形態では計測フレーム 20 を用いて、制御目標点であるガスノズル 17 の変位 $X_1(s)$ を直接計測し、その変位量を用いてフィードバックを行うため、システム構成上、支持構造に起因する運動誤差を排除できる。

【0027】以上のように、加工装置内のスペース上の制約により、高加減速運動能力・高精度を求められる加工装置における加工用ヘッドの支持が柔軟構造の場合に、本発明のようにその性能（高速化）向上を目的として計測フレームを用いて計測・制御を行うことは有効である。レーザ光によるワークの切断や穴あけを行う加工装置以外の具体的なアプリケーションとしては、工作機械、液晶あるいは半導体用ステッパー等の光露光装置、各種レーザ加工システムなどがあげられる。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、加工装置における加工用ヘッドを高精度で位置制御できることにより、加工精

る粘性抵抗はほとんど発生しない構成である。そのため、光学系駆動装置 16 の可動部は、X 軸方向において慣性負荷のみとみなせる。この慣性負荷を m_1 とする。それぞれの慣性負荷の変位を x_1 、 x_2 とする。また、図 5 に示した提案装置における Z 軸コラム 15 の先端を基準としたガスノズル 17 の変位計測値を x' とする。ここで、各慣性体における運動方程式を以下に示す。

【0022】

【0024】

度の向上とスループットの向上を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用したレーザ加工装置の概略構成を示した図である。

【図 2】図 1 に示された計測フレームと石定盤、ガスノズルの位置関係を示した図である。

【図 3】図 1 に示されたレーザ加工装置の力学モデルを X 軸方向について示した図である。

【図 4】図 3 の力学モデルのブロック線図である。

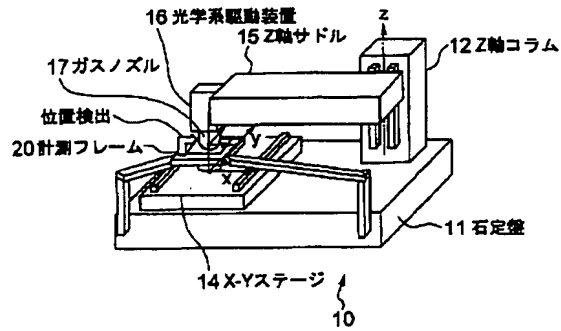
【図 5】本発明者らにより提案されているレーザ加工装置の概略構成を示した図である。

【図 6】図 5 に示されたレーザ加工装置の力学モデルのブロック線図である。

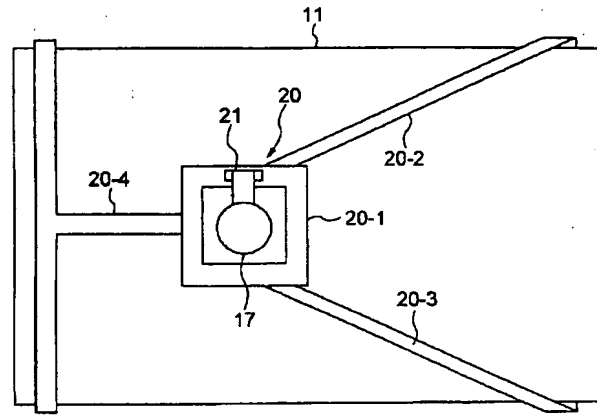
【符号の説明】

- 10 レーザ加工装置
- 11 石定盤
- 12 Z 軸コラム
- 13 ワーク
- 14 X-Y ステージ
- 15 Z 軸サドル
- 16 光学系駆動装置
- 17 ガスノズル
- 20 計測フレーム
- 20-1 フレーム
- 20-2 ~ 20-4 支持フレーム

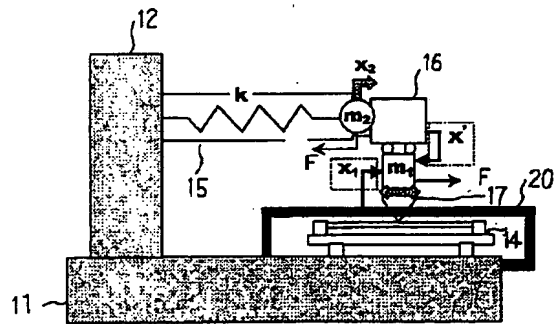
【図 1】



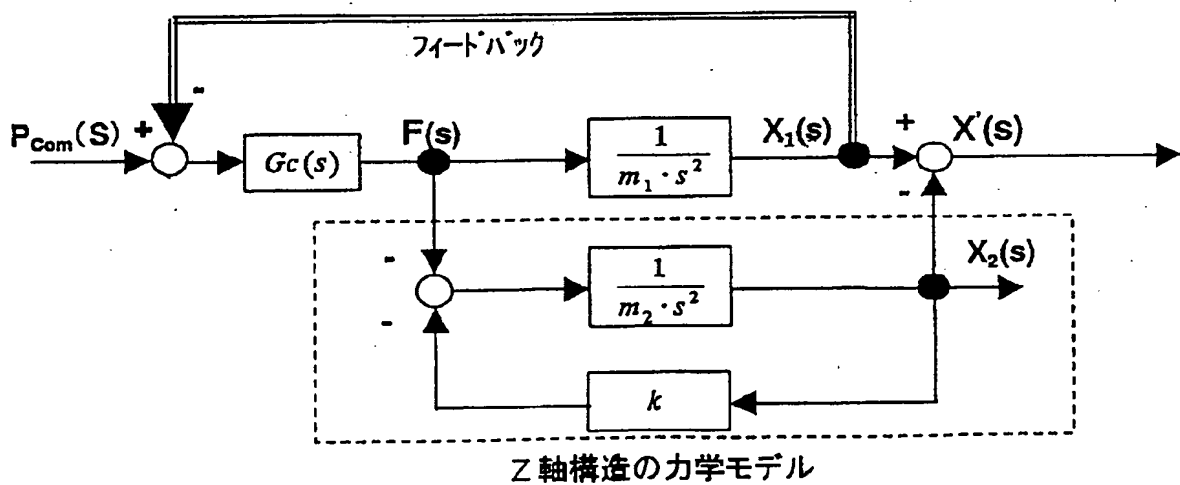
【図 2】



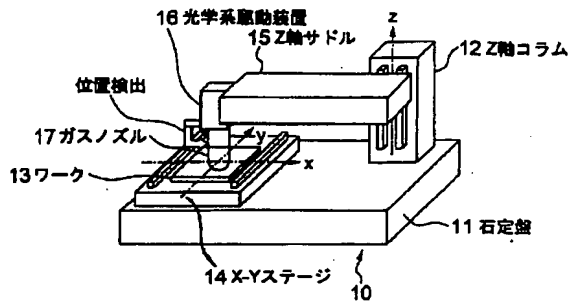
【図 3】



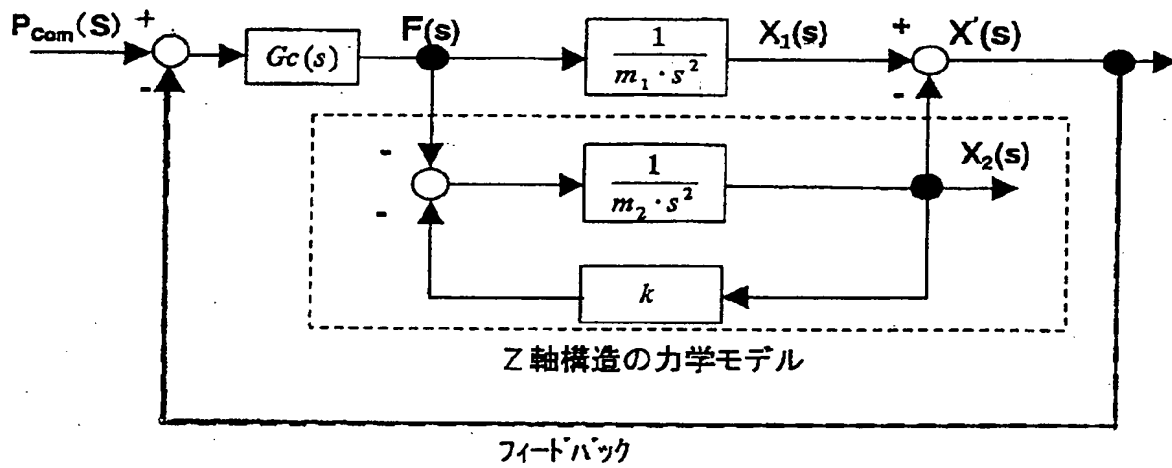
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 富田 良幸
神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重
機械工業株式会社平塚事業所内

Fターム(参考) 3C001 KA01 TA01 TB02
4E068 CA09 CA11 CB00 CC06 CD15
CE05